

PROJET PERSONNEL DE FIN DE FORMATION

Présenté par :

SOULEMANE Abdel-Ganiou

Thème :

**POLLUTION MARINE DU LITTORAL DU TOGO PAR LE REJET DES
BOUES DE PHOSPHATES DE L'USINE DE KPEME : ETAT DES
LIEUX ET APPROCHE D'UNE GESTION INTEGREE**



Déversement des boues de traitement de phosphates de l'usine de Kpémé dans la mer

Résumé

Ce Projet, entrant dans le cadre du « Projet Grand Ecosystème Marin du Courant de Guinée » vise une approche destinée à lutter contre la pollution du littoral togolais et la réduction des ressources vivantes dans le grand écosystème marin du courant de Guinée occasionné par les rejets brut des boues de phosphate de l'usine de Kpémé. Ce projet propose la mise en place d'un système de décantation des boues de phosphate avant le rejet en mer. Pour ce faire, un état des lieux sur la zone affectée a été réalisé. Les données quantitatives des boues rejetées ($26'280'000 \text{ m}^3$) ainsi que les résultats des études sur les propriétés physiques de ces boues nous ont permis de dimensionner les différents bassins de décantation. Outre l'eau de mer utilisée pour le levage, l'eau souterraine est utilisée pour le rinçage. Les besoins de l'usine en eau douce sont évalués en 2004 à $8760 \text{ m}^3/\text{jour}$ soit $3'197'400 \text{ m}^3$ par an, ce qui représentent 16,40% des besoins en eau. Pour répondre à une gestion durable des ressources en eau souterraine menacées ces dernier temps par l'intrusion saline, un procédé de réutilisation des eaux décantées a été mis en place pour minimiser les prélèvements de ces eaux. Quelques recommandations ont été proposées pour une définition et une mise en place d'un cadre concerté pour la réduction de la pollution et la préservation de l'écosystème marin et côtier du littoral.

Sommaire

A-Introduction.....	1
B- Problématique.....	2
C- Objectifs du Projet.....	3
D- Méthodologie	3
Partie 1: Circonstances nationales.....	4
I.1. Cadre général sur le Togo.....	5
I.1.1. Profil géoclimatique du pays.....	5
I.1.2. Population	6
I.1.3. Economie.....	7
I.1.4. Le littoral.....	7
I.2. Zone d'étude	7
I.2.1. Situation du site industriel de Kpémé.....	7
I.2.2. Cadre physique	7
I.2.2.1. Sols.....	7
I.2.2. 2. Océanographie côtière.....	8
I.2.2. 3. Hydrographie	9
I.2.2. 4. Climat.....	9
I.2.2. 5. Flore et végétation.....	10
I.2.3. Cadre humain.....	11
I.2.3.1. Cadre géographique et administratif	11
I.2.3.2. Population	11
I.2.4. Cadre économique.....	12
I.2.4. 1. Activités du secteur primaire	12
I.2.4. 1.1. Agriculture	13
I.2.4. 1.2. Elevage.....	14
I.2.4. 1.3. Pêche.....	14
I.2.4. 2. Activités du secteur secondaire.....	15
I.3. Conclusion.....	16
Partie II :Evaluation des impacts socio environnementaux des effluents de phosphates sur les ressources naturelles et les écosystèmes marins et côtier dans la zone affectée.....	17
II-1. Introduction	18
II-2. Détermination de la nature et des volumes de déchets associés à l'exploitation des mines de phosphates	18
II.2.1. Exploitation du gisement	18
II-2.1.1. Extraction du minerai brut	18

II-2.1.2. Traitement du minerai brut	18
II-2.1.2.1. Traitement humide.....	19
II-2.1.2.2. Traitement à sec.....	19
II-2.2. Les boues phosphatées de lavage.....	19
II-2.3. Composition chimique des boues de phosphates de l'usine de Kpémé.....	20
II-3. Les paramètres socio environnementaux et leurs impacts sur la zone d'étude	21
II-3.1. Délimitation de la zone affectée	21
II-3.2. Impacts sur les ressources naturelles.....	22
II-3.1.1. Impacts sur les ressources en eau.....	22
II-3.1.1.1. Impact sur les ressources en eau souterraines	22
II-3.1.1.2. Modification des paramètres sur les eaux douces	23
II-3.1.1.3. Impact sur les paramètres physico-chimiques de l'eau de mer.....	23
II-3.1.1.3.1. Pollution optique de l'eau de mer	23
II-3.1.1.3.2. Impact sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer	24
II-3.2. Impacts sur la pêche :	25
II-3.3. Impacts sur la santé	25
II – 4. Conclusion	26
Partie III : Proposition des approches intégrées de réduction de la pollution.....	27
III.1. Introduction	28
III- 2. Approche critique sur les propositions technologiques envisagées par le Projet Grand Ecosystème Marin du Courant de Guinée (GEM - CG).....	28
III-2. 1. Analyse des options proposées.....	28
III-2.2. Proposition d'une approche intégrée pour l'élimination de la pollution de la mer	29
III.2.2.1. Conception et dimensionnement d'un système de lagunage	29
III.2.2.1.1 Conception	29
III.2.2.1.2. Dimensionnement	29
III-2.2.2. Valorisation de l'eau décantée.....	32
III.3. Recommandation	34
Conclusion générale	34
Références bibliographiques	36

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : La Région maritime du Togo.....	6
Figure 2 : Carte de la situation du site de Kpémé par rapport aux pays voisins.....	8
Figure 3: Déversement des boues de traitement de phosphates dans la mer à Goumou-Kopé	20
Figure 4: Déversement des boues de traitement de phosphates à quelques mètres du Wharf de chargement du minerai marchand	24

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristique administratives et démographique de la région maritime.....	11
Tableau 2 : Structure d'âge de la population du littoral.....	12
Tableau 3 : Teneurs de quelques éléments chimiques dans les boues (en mg par litre de boue)	20
Tableau 4 : Teneurs de quelques éléments chimiques dans les boues.....	21
Tableau 5 : Comparaison de quelques paramètres de l'eau de mer entrant (eau de mer à 400 m) et de l'eau de mer sur la côte au lieu du rejet à Goumoukopé).....	25
Tableau 6 : Concentrations mesurées du Cadmium (Cd) et du Plomb (Pb) dans quelques espèces de poissons et crustacées pêchés dans la zone affectée.	26
Tableau 7 : Dimensions de la 1 ^{ère} section	30
Tableau 8 : Dimensions de la 2 ^{ème} section	31
Tableau 9 : Dimensions du clarificateur final	32

SIGLES ET ABREVIATIONS

GEM-CG : Grand Ecosystème Marin du Courant de Guinée
AEP : Approvisionnement en Eau Potable
OTP : Office Togolaise des Phosphates,
IFG-TG: International Fertilizer Group-Togo
SNPT : Société Nouvelle des Phosphates du Togo
H : hauteur
D : Diamètre
Cd : Cadmium
F : Fluor
Pb : Plomb

REMERCIEMENTS

Toutes les louanges sont à Dieu le très miséricordieux, le tout miséricordieux qui nous a permis d'achever cette formation. Tes bienfaits sont innombrables mon Seigneur, malgré nos faiblesses et nos manquements ! Guide nos pas vers ce que Tu agrée et ne dévie pas nos coeurs après les avoir guidé.

Qu'il me soit ensuite permis de remercier Monsieur Joseph WETHE, mon encadreur dans le cadre de ce projet. Qu'il trouve ici l'expression de ma très profonde gratitude pour la disponibilité sans faille consacrée à l'encadrement de ce travail.

Mes sincères remerciements vont de même à Mr DJERI ALLASSANI K. Bougonou Directeur de l'Environnement du Togo pour les informations et la documentation mis à notre disposition ainsi que pour sa participation très estimable pour l'élaboration de ce projet.

Je tiens à remercier également tout le corps enseignant, le personnel technique et administratif du groupe EIER-ETSHER pour les inestimables efforts qu'ils déploient quotidiennement dans le cadre de notre formation.

Ma pensée va également à l'endroit de tous les membres de la Houmma islamique, la communauté Togolaise et les compagnons et amis de la première promotion GIRE grâce à qui nous avons joui au sein d'une ambiance fraternelle et amicale pendant tout le long de cette formation.

Enfin, ma profonde gratitude va à l'Union Européenne et aux différents organismes et Etats membres du Groupe EIER-ETSHER qui financent les différentes activités du Groupe.

Que tous et toute trouvent ici l'expression de ma sympathie et de ma profonde reconnaissance.

A-Introduction

Les phosphates constituent la première ressource du Togo. Depuis des décennies, son exploitation à générer des phénomènes de pollution tant pour les écosystèmes terrestres, aquatiques que marins. En effet, les émissions de poussières, et déchets gazeux dans l'atmosphère ont été souvent observées dans l'environnement des mines et les rejets des boues et déchets liquides dans la mer ont été l'objet de préoccupation des autorités [ACOUETÉY Covi, 2001-2002].

Les évaluations préliminaires ont révélé un manque quasi total d'infrastructures de traitement ou de programme pour le contrôle de la pollution. Les écoulements des mines se déversent librement dans la mer et accèdent ainsi au système lagunaire du Togo et au milieu dulçaquicole du littoral.

En effet, une étude récente sous le nom du projet GP/RAF/04/004 « réduction des rejets des mines de phosphates du Togo dans le Grand Ecosystème Marin du Courant de Guinée (GEM-CG), a conduit à la proposition de deux options technologiques à bas coût pour l'élimination du rejet de l'exploitation des mines de phosphate dans le littoral togolais :

- Option1: déplacement de la chaîne de lavage de l'usine à la mine avec utilisation des eaux de forages pour le traitement ;
- Option 2 : construction de bassins de décantation avec maintien de l'ensemble de production sur le site actuel et abandon de l'usage de l'eau de mer pour le traitement.

A travers ce projet nous nous proposons d'apporter notre contribution par une analyse critique de ces deux options vis-à-vis de la précarité des ressources en eaux souterraines et de l'intrusion saline que connaît le bassin sédimentaire côtier d'une part, et d'autre part, relever les menaces de cette activité sur la diversité biologique du milieu marin et préconiser des approches de solutions pour le rétablissement des activités de pêcheries dans la perspective d'une gestion durable des ressources en eaux.

B- Problématique

La Région maritime du Togo, subit une forte pression anthropique résultant de l'urbanisation accélérée de la capitale Lomé et de ses environs, des activités industrielles, des infrastructures portuaires etc. Cette région concentre plus de 90 % des unités industrielles du pays. Les gisements de phosphate et de calcaire sont les plus importants gisements de la zone. Ils se trouvent dans une stratigraphie du bassin sédimentaire côtier [M. ABENTE, 2001]. La production de phosphate environ 2,5 millions de tonnes en 2002 est la principale ressource minérale du Togo et participe pour environ à 40 % des recettes d'exportation du pays. L'exploitation de ces gisements respectivement par l'Office Togolaise des Phosphates (OTP), International Fertilizer Group-Togo (IFG-TG) devenu aujourd'hui Société Nouvelle des Phosphates du Togo (SNPT) connaît une réforme de redynamisation de l'usine et une amélioration de la production avec l'accord des financements de la part des bailleurs de fond.

La pollution de l'environnement marin engendrée par le fonctionnement de l'usine de phosphates de Kpémé est ressentie jusqu'à Grand-Popo au Bénin et est visible par la coloration de la mer sur près de 400 mètres de la côte (ACOUETÉY Covi, 2000-2001). Par l'effet des courants marins, les mélanges de déchets rejetés par l'usine sont drainés jusque dans les eaux marines béninoises.

D'un côté comme de l'autre, les effets de cette pollution transfrontière se font ressentir principalement par les populations riveraines qui vivent des produits de la mer. Au Bénin, la pollution de la mer sur la côte aurait entraîné l'éloignement ou la mort de bancs de poissons d'où la baisse des activités de pêche. Certains estiment même que la concentration de phosphates dans les tissus de poissons pourrait présenter des dangers à la consommation humaine [K. ABBE, 2004].

Le Bénin n'a ainsi pas hésité à accuser le Togo de pollution marine, avec des mots à peine couverts.

Les évaluations préliminaires ont révélés un manque quasi-total d'une gestion durable du littoral, d'infrastructures de traitement ou de programmes pour le contrôle de la pollution.

C- Objectifs du Projet

a- Objectif général

Le présent projet se propose de faire un état des lieux de la pollution du littoral Togolais due à l'exploitation des mines de phosphate, une critique des options proposées par le projet GEM-CG et de proposer quelques approches de solutions intégrées pour lutter contre cette pollution marine afin de conserver la diversité biologique, d'améliorer la qualité des eaux et par conséquent résoudre le problème de la pollution transfrontalière du Togo avec les pays voisins.

b- Objectifs spécifiques :

Le présent projet vise à :

- Identifier et évaluer les impacts potentiels de la pollution aussi bien sur l'écosystème marin que sur les activités socioéconomiques ;
- Analyser les options proposées par le projet GEM-CG selon une approche de gestion intégrée des ressources en eau ;
- Proposer des approches intégrées de réduction de la pollution;

D- Méthodologie

L'approche méthodologique utilisée pour la collecte des informations se repose sur la revue bibliographique centrée sur les rapports d'expertises, de mémoires et de thèses rédigés sur le littoral togolais en matière de pollution de l'environnement et de gestion des ressources naturelles ainsi que nos propres connaissances du milieu.

Dans ce projet intitulé « Pollution marine du littoral du Togo par le rejet des boues de phosphates de l'usine de Kpémé : état des lieux et approche d'une gestion intégrée » nous avons distingué trois grands axes à savoir :

- Situation de la zone d'étude ;
- Evaluation des impacts socio environnementaux des effluents de phosphates sur les ressources biologiques et les écosystèmes marins et côtier de la zone ;
- Proposition des approches intégrées de réduction de la pollution.

PARTIE 1

CIRCONSTANCES NATIONALES

1.1. Cadre général sur le Togo

I-1.1. Profil géoclimatique du pays

Le Togo est situé au centre du géosystème marin et côtier animé par le courant de guinée, avec une étroite ouverture de 50 km de long entre les frontières du Ghana à l'ouest et du Bénin à l'est. Il est limité au Nord par le Burkina Faso. Avec une superficie de 56600 km², il est localisé entre les latitudes 6°13 et 11°14 Nord et 0°10 et 1°81 de longitude Est. [GNANDI, 1988].

Le réseau hydrographique du Togo se compose des bassins de la volta, du Mono, et du bassin des fleuves côtiers. Les deux principaux fleuves de ce réseau hydrographique sont le fleuve Oti et le fleuve Mono. Le relief du Togo est caractérisé par les monts, les plateaux et les plaines. Les principaux monts et plateaux qui marquent ce relief sont la chaîne montagneuse de l'Atakora, les plateaux de Dapaong, de Tchaoudjo, de Mafakassa et de Fazao au Nord ; les monts Agou au Sud, Défalé au Nord et les plaines qui s'étendent du nord de Tsévié jusqu'à la région Centrale [THOMBIANO Taladidia].

Le Togo jouit d'un climat intertropical. Mais on peut distinguer deux régimes : un régime subéquatorial du littoral à Atapamé et un régime soudanien de Blitta à Dapaong. Le sud du pays est caractérisé par deux saisons de pluie et deux saisons sèches alors que la partie septentrional du pays est caractérisée par une saison sèche et une saison pluvieuse.

La végétation du Togo est composée de forêts et de savanes. Les forêts sont observés dans les zones ayant un climat tropical humide.

La zone littorale a ses limites confondues avec celles de la région maritime. Elle s'étend sur environ 320 Km (équivalent de 200 miles) dans l'océan et au delà de 50 km dans le continent. Le littoral concentre environ 45% de la population du Togo et 63% de la population urbaine. La concentration des services centraux et des activités économiques, industrielles (plus de 90 % des industries) et commerciales à Lomé, fait de la zone littorale un pôle d'attraction des mouvements migratoires. Elle est subdivisée en six préfectures et une sous préfecture et est constitué de cinquante cantons, 1322 villages, totalisant 1.967.000 habitants soit 308 habitants au Km²[GNANDI, 1988].

Par rapport aux autres régions, la zone littorale offre la particularité de servir de point d'ouverture de l'ensemble du pays sur l'océan Atlantique.

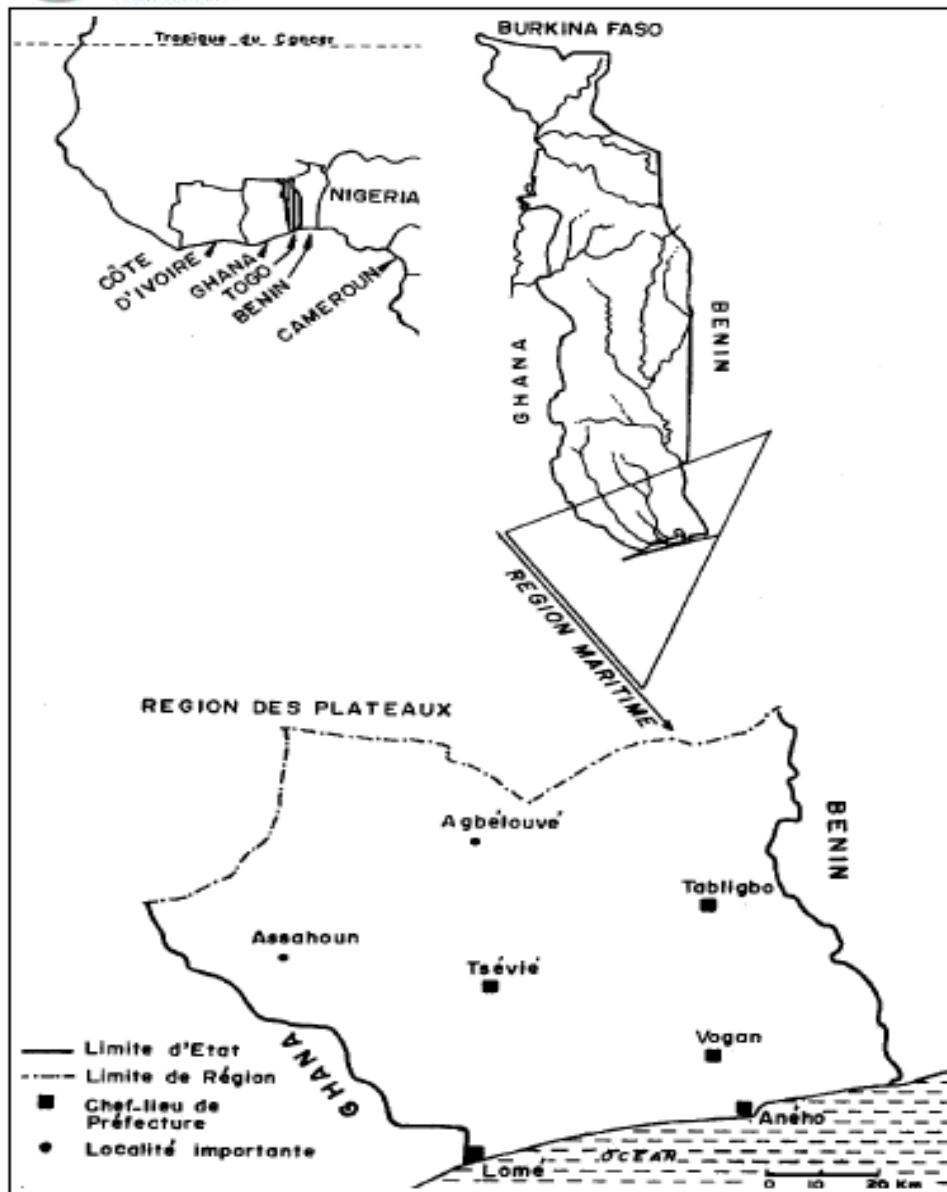


Figure1: La Région Maritime du Togo

Source : <http://www.coastgis.org/01pdf/johnson.pdf>

I-1.2. Population

La population Togolaise est évaluée à 4'854'000 en 2002 et estimée à plus de cinq (5) millions d'habitants en 2006. Les zones les plus peuplées sont les régions favorables à l'agriculture et le Sud du pays. La densité est estimée à 86 habitants/ km² en 2002 et les densités les plus fortes sont rencontrées au Sud du pays où on enregistre plus de 300 habitants /km². Cette population connaît un taux de croissance de 2,4% et un taux d'urbanisation évalué à 40% (<http://www.jsatogo.org/togoation.html>).

I-1.3. Economie

L'économie togolaise repose sur trois piliers : l'agriculture vivrière et d'exportation (café, cacao et surtout le coton), les phosphates et le commerce. Pour des raisons de déficit démocratique, l'aide internationale a été réduite depuis 1992 à sa plus simple expression. Privé de l'aide financière, le Togo a vu son développement économique et social freiné.

I-1.4. Le littoral

Le littoral togolais s'étire sur une largeur d'Ouest en Est entre 50 et 140 km. Cette région concentre sur 11,2 % (6395 Km²) de la superficie totale près de 45% de la population du pays. Elle est comprise entre les latitudes 6° 01 et 6° 05 Nord et les longitudes 0° 70 et 1° 40 Est et fait partie de l'ensemble des régions les moins arrosées du Golfe de Guinée.

I-2. Zone d'étude

I.2.1. Situation du site industriel de Kpémé

Le site industriel de Kpémé est situé sur le littoral à 35 km à l'Est de Lomé (voire figure 2 ci-dessous). Le gisement des phosphates du Togo appartient à une formation tertiaire sédimentaire du bassin côtier du pays. Il s'étend sur une bande orientée Sud-Ouest - Nord-Est allant de Aveta (à 10 km de la côte) jusqu'au-delà de Dagbati sur une longueur de 35 à 36 km et une largeur maximale de 2,5 km [GNANDI, 1988].

I-2.2. Cadre physique

I.2.2.1. Sols

Les sols rencontrés le long du littoral présentent une grande diversité et peuvent être répartis en cinq classe [Lamouroux, 1969] :

- les sols peu évolués sur alluvion sableux de la côte ou sur alluvions ou colluvions récents de bas de pente ou de talwegs. Ils sont souvent hydromorphes en profondeur ;
- les sols halomorphes localisés en bordure du lac Togo, des lagunes et du fleuve Mono ;
- les sols hydromorphes se retrouvent à l'embouchure du Haho, du Zio et de Mono ;
- les sols à sesquioxydes qui comprennent plusieurs variantes des sols ferrugineux tropicaux et des sols ferralitiques ;
- les vertisols et lithotopomorphes représentent environ trois quarts des sols de la dépression de la Lama et quelques sols des bas de pente.



Figure 2 : Carte de la situation du site de Kpémé par rapport aux pays voisins

Source : www.chem.unep.ch/Pb_and_Cd/SR/GOV/Subm2007_TGO.pdf

I-2.2. 2. Océanographie côtière

Les fonds marins togolais sont constitués de sables, avec deux zones rocheuses. Le plateau continental fait 12 à 13 miles et sa chute se situe entre 85 et 110 mètres et est très rapide. Sa limite correspond à l'isobathe 100 m. Six grands types de fonds océaniques se distinguent, tous chalutables.

La structure des eaux marines au large des côtes togolaises est semblable à celle rencontrée à différents endroits du golf de guinée. Dans le sens vertical de la surface vers le fond, se présente en saison chaude par :

- une couche d'eau chaude de surface (25 à 29°C) ;
- une couche de discontinuité entre 30 à 50 mètres, sur une épaisseur de 15 à 20 mètres ;

- une couche d'eau froide (inférieur à 20°C) à des fonds supérieurs à 50 m qui peuvent arriver en surface et vers la côte en saison froide (phénomène d'upwelling).

Dans cette zone, deux types de courants sont présents :

- le courant guinéen, orienté d'ouest en est, lequel se manifeste au large par une vitesse moyenne de 1mètre /seconde ;
- la dérive du littoral, dirigée ouest-est, avec une capacité de transport de 1,2 m³ par an. Cette dérive du littorale est alimentée par les fleuves volta et Mono. Cependant, on observe une rupture fréquente du cordon barrière due à la réduction des apports sédimentaires par les barrages d'Akossombo et de Nangbéto. [GBANDI]

I-2.2. 3. Hydrographie

Le réseau hydrographique du littoral togolais regroupe le système lagunaire et les parties du sud des bassins du Zio, du Haho, de Boko, et du Mono.

Le système lagunaire est principalement constitué du Lac Togo (46,2 km²) avec un plan d'eau de longueur variant entre 6 km et 13 km et de largeur variant de 150 m à 900 m et de la lagune de Lomé (160 ha). Il est alimenté en eau douce par les rivières Zio, Haho et Boko et par le fleuve Mono avec lequel il est en communication permanente à travers le chenal de Gbaga.

Le bassin du Mono, long de 650 km, prend sa source dans les monts Alédjo au centre du pays. Il s'étend sur un bassin versant de 21300 km² et connaît une saison de hautes eaux au mois de septembre.

Le bassin du Haho, avec un bassin versant de 3400 km², prend sa source dans une région aride et est caractérisé par l'intermittence saisonnière de son écoulement. La durée de la saison sans écoulement varie de 30 à 130 jours. Le débit interannuel à l'embouchure est estimé à 5,8 m³/s en année médiane. Avec 140 Km de long, il développe une zone d'inondation en amont de Gati.

Le bassin du Zio de 176 km de long est un bassin versant de 2800 km². Il est caractérisé par son débit et la permanence de son écoulement. Le débit moyen interannuel à l'embouchure est de 9,9 m³/s. Il développe une zone d'inondation dont la largeur s'accroît jusqu'au lac Togo.

I-2.2. 4. Climat

Le littoral togolais bénéficie d'un climat de type subéquatorial ou guinéen à deux saisons de pluies : une grande saison de mars à juillet et une petite saison de septembre à novembre. Les

courbes ombrothermiques de Lomé et de Tabligbo montrent qu'il existe d'importantes disparités à l'intérieur de la zone. En effet, les pluies varient de 800 à 1000 mm par an et les saisons sont très inégales. La région subit l'influence de deux types de vents ou alizés : l'harmattan (alizé de l'hémisphère boréal) qui est un vent chaud et sec de direction nord-est et un anticyclone austral (anticyclone de Sainte – Hélène) qui émet un flux d'air maritime humide et chaud de direction sud- est. La zone de contact entre ces deux masses d'air est appelée Front Intertropical (FIT). La variation du FIT du Nord au Sud est à l'origine des saisons climatiques du Togo.

Dans la région, les températures augmentent au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la côte et les maxima se situent en février à 32,0°C à Lomé et à 35, 1°C à Tabligbo. Cependant, les températures minimales s'établissent autour de 26°C. L'amplitude thermique moyenne annuelle est écrasée (3° à 4°) et contenu dans les limites de 25° à 29°C [Ministère de l'Environnement, novembre 2001].

I.2.2. 5. Flore et végétation

Le littoral du Togo appartient à la zone écologique V [Ern, 1979] ou zone II de FAO/PNUE (1980) qui présente une diversité floristique pour les formations sur terre ferme que pour les écosystèmes marin et aquatique.

La flore sous-marine est mal connue à l'exception des algues dont quelques peuplements ont fait l'objet d'inventaires sommaires [Colocoloff, 1980]. Les eaux marines togolaises sont caractérisées par une flore algale très diversifiée. Les études sur les algues ne sont qu'à leur début. Leur importance numérique est devenue manifeste depuis la mise à nu du « beach roch » par l'érosion côtière. En terme de réputation on constate que :

- très peu d'algues colonisent le supralittoral. On y trouve des cyanophycées et des diatomées.
- au niveau du l'infra littoral supérieur, s'observent *Sargassum vulgare*, *Sargassum ramifolium* et *Chnoospora minima* ;
- dans le méridional supérieur, s'observe essentiellement *Chladophora albida*, *Chladophora vaguabunda*, *Chaetomorpha linum*, *Ulva fasciala* ; *Ulva rigida*, *Codium sp.*, *Bryopsis plumosa*, *Bryopsis pennata*, *Ceramium sp.*, *Jania rabens*, et *Coralliana mediterranea*. (www.coastgis.org/01pdf/johnson.pdf)

I-2.3. Cadre humain

1.2.3.1. Cadre géographique et administratif

La zone littorale a ses limites confondues avec celles de la région maritime. Elle s'étend sur environ 320 Km (équivalent de 200 miles) dans l'océan et au delà de 50 km dans le continent. Le littoral concentre environ 45% de la population du Togo et 63% de la population urbaine. La concentration des services centraux et des activités économiques, industrielles (plus de 90 % des industries) et commerciales à Lomé, fait de la zone littorale un pôle d'attraction des mouvements migratoires. Elle est subdivisée en six préfectures et une sous préfecture et est constitué de cinquante cantons, 1322 villages, totalisant 1.967.000 habitants soit 308 habitants au Km² [Rapport final du projet GP/RAF/04/004]. Par rapport aux autres régions, la zone littorale offre la particularité de servir de point d'ouverture de l'ensemble du pays sur l'océan Atlantique.

Tableau 1 : Caractéristique administratives et démographique de la région maritime.

préfectures	superficies	canto ns	Villages Autonom es	village s	Populatio n urbaine	Population rurale	total
Golfe +Lomé	345	7		136	995.000	45.000	1.090.000
Lacs	713	9		97	23.000	190.000	213.000
Yoto	1250	8		136	15.000	127.000	142.000
Vo	750	7	4	405	18.000	187.000	205.000
Zio	2192	13	14	354	40.000	195.000	235.000
Avé	1145	6	1	175	4.000	78.000	82.000
Total	6395	50	19	1303	1.085000	822.000	1.967.000

Source : Direction de la Statistique / Etude ECAUH

I-2.3.2. Population

La préfecture du Golfe y compris Lomé, concentre plus de 50 % de la population de la Région maritime et représente à peine 5% de la superficie totale de la zone du littoral. Les préfectures de Vo et de l'Avé rassemblent environ 18 % de la population sur 53 % de la superficie. Il existe des disparités dans la répartition spatiale de la population qui font distingué des densités très variables. La densité moyenne de la zone du littoral est de 163 hbts/km² contre une moyenne nationale de 48 hbts/km². on observe dans la zone de Vo et des lacs des densités

200 hbts/km². Yoto, Zio et Avé ont respectivement 113,6 ; 107,2 et 72 hbts/km² (estimation de 2000) [Rapport final du projet GP/RAF/04/004].

La région maritime présente une importante croissance urbaine et une population rurale dans ses parties sud. Le taux d'accroissement annuel moyen de la population est de 3,3%. Il est de 4,4% dans les zones urbaines et de 2,4% dans les zones rurales. La croissance de Lomé est de 6,6% par an. Ainsi en dehors de la préfecture du Golf, la proportion de la population urbaines des autres préfectures (Lacs ; Vo, Yoto, Zio et Avé) est très faible. Plus de 90 % de la population de ces préfectures sont des ruraux.

La répartition par tranche d'âge de la population montre que la zone est dominée par la tranche d'âge de 15 à 54 ans. La tranche d'âge de 55ans et plus est faiblement représentée (tableau 2).

Tableau 2 : Structure d'âge de la population du littoral

Groupe d'âge	Pourcentage
0 – 4 ans	20,00 %
5 - 14 ans	29,95 %
15 - 54 ns	43,29 %
55 ans et plus	6,78 %

Source : Direction de la Statistique / Etude ECAUH

I-2.4. Cadre économique

L'économie de la région maritime est essentiellement basée sur les activités de production de bien et de services des secteurs primaires (agriculture, élevage, pêche, exploitation et chasse), secondaire (industries extractive, industrie manufacturière, etc....) et tertiaire (transports, services, commerces, banques). La zone du littoral constitue pour le pays, la région de prédilection des activités des secteurs secondaires et tertiaires.

I-2.4. 1. Activités du secteur primaire

Le secteur primaire assure à la région la production des biens de consommation liés à l'alimentation, à l'énergie et aux besoins de construction.

I-2.4. 1.1. Agriculture

L'agriculture, ressource très importante dans l'économie du pays, occupe environ 60 % de la population. Dans la zone littorale, la population agricole représente 18% et travaille sur de petites parcelles (de 0,5 à 1 ha). Les données de 1996 – 1997 indiquent 128.912 exploitants parmi lesquelles travaillent 329.090 actifs sur une population agricole de 808.996 [ACOUETHEY Covi, 2000-2001]. Les zones de production restent caractérisées par des cultures en fonction du sol. On distingue deux grands types de culture : les cultures vivrières et de rente.

a. Cultures vivrières

Le système de culture se caractérise par une grande diversité. On distingue plusieurs types de culture : principal ; secondaire et en association. Ces différentes dépendent de plusieurs paramètres : la diversité, l'adaptation aux conditions micro-locales, les situations particulières des exploitants etc. Les zones de cultures vivrières sont disséminées dans toute la région. Les données de production varient chaque année en fonction des conditions climatiques et des moyens mis en œuvre. Les résultats agricoles permettent de distinguer différentes zones de production vivrières : céréales (maïs, le riz), tubercules (igname, manioc), légumineuses (haricot, arachide) et fruits (production très faible).

La préfecture du Golfe se distingue particulièrement par les zones de culture de maraîchage qui s'étendent le long de la plage. La bande côtière est aussi le lieu d'une agriculture urbaine qui produit des légumes.

b. Culture de rente

Les principales cultures de rente dans la zone littorale sont : le palmier à huile, le ricin, le cocotier et le coton, etc. Dans cette zone, les vallées des fleuves sont des lieux de cultures irriguées, de maraîchage et de production de canne à sucre.

c. Maraîchage au bord de la mer

Le littoral togolais est caractérisé par les cultures maraîchères qui occupent plus de 80% de la zone cotière. Elles comprennent entre autres *Daucus carota* (carotte), *Allium cepa* (oignon), *Ocimum basilicum* (basilic), *Capsicum annuum* (poivron) et *Solanum macrocarpum* (épinard) qui sont les cultures dominantes. Cette association herbacée artificielle est comparable à celle décrite par Foucault et al. (2000) sur le littoral sableux togolais sur substrat salés [OURO - SALIM; 2004].

1.2.4. 1.2. Elevage

L'élevage est la deuxième activité du secteur primaire. Il est de type traditionnel extensif en dehors de quelques fermes avicoles modernes et est destiné au marché local. Le système agropastoral utilisé dans l'élevage comporte plusieurs variantes dont :

- l'élevage traditionnel associé à la culture pluviale qui concerne la presque totalité des espèces élevées : bovins, ovins, caprins et animaux de basse – cour. Les pâturages naturels et les jachères sont utilisés pour leur alimentation ;
- l'élevage traditionnel de type transhumance est peu courant dans la région en raison de déficit en fourrages en saison sèche ;
- l'élevage sous palmerais et cocotier est courant dans la zone, avec les bovins et les petits ruminants. Le bétail bénéficie du tapis herbacé pour son alimentation et assure en retour le désherbage et la fumure organique. Ce système est de moins en moins pratiqué.

En zone périurbaine, l'élevage de petites espèces (porc et volaille) est de type semi-intensif pour l'approvisionnement des populations en viande et œufs.

I-2.4. 1.3. Pêche

La zone maritime est caractérisée par un potentiel halieutique peu important en raison, de l'étroitesse de la côte et du plateau continental (environ 1500 km² de la côte jusqu'à l'isobathe 200 m) et de la faiblesse de l'influence de l'upwelling ivoiro-ghanéen sur les eaux togolaises. Les ressources pélagiques exploitables sont estimées à environs 19.000 tonnes/an. Le littoral fournit plus de 85% de la production piscicole annuelle du Togo estimé à environs 23.000 tonnes en 1999. Les besoins du marché intérieur sont estimés à 61. 000 tonnes sur la base d'une consommation *per capita* de 13 kg par habitant et par an. Le taux de couverture globale est à peine supérieur à 37 % et le reste des besoins est couvert par des importations du Ghana, du Bénin et de la Mauritanie [Alidou, 2005].

Dans la zone, on distingue deux types de pêche : la pêche artisanale et la pêche industrielle.

a. pêche artisanale en mer

La pêche artisanale côtière occupe en haute saison environ 10 700 personnes dont 40% originaire du Ghana, et assure l'essentiel de l'approvisionnement du Togo en poisson.

La pêche en mer s'effectue avec des pirogues en bois de 8 à 18 mètres avec des sennes tournantes, des filets « Ali » à très petites mailles et des filets maillants dormants (« Toga »). En 1983 les services de pêche avaient été dénombrés à 450 pirogues pour 5.250 pêcheurs en haute saison, et 290 pirogues pour 3000 pêcheurs en basse saison. Le nombre de campements de pêche (et en même temps lieux de débarquement des captures) est de 19 pour l'ensemble de la côte y compris le port de Lomé. La pêche pratiquée est une pêche collective de pêcheurs organisés en compagnies d'importance variable selon les engins utilisés.

La pêche du port de Lomé est essentiellement saisonnière. Elle suit les apports importants de poissons entre juillet et décembre lors de la période d'eau froide due à l'upwelling. La basse saison de pêche s'étale de janvier à juin. En haute saison, plus de 60 % des pirogues (à 68 % motorisées) sont cantonnées au port contre 40 % en basse saison. Le reste des pirogues est reparti de façon irrégulière sur la façade maritime avec quelques points majeurs : Kojoviakopé, Ablogamé, Agbodrafo, Aglomé, Aveme, Togbekondji, Nlessi.

La pêche à la ligne avec une dizaine d'hameçon est également pratiquée. Les pêcheurs à la ligne sont surtout actif entre janvier et septembre.

b) Pêche industrielle

Le Togo dispose d'un faible potentiel concernant la pêche industrielle en mer en raison de la faible superficie de son plateau continental.

La pêche maritime industrielle a peu évolué depuis le milieu des années 70. Environ 225 tonnes /an jusqu'en 1975. Plusieurs chalutiers ont pêché dans les eaux togolaises jusqu'en 1985 différents poissons (mérours, daurades, soles), seiches et crevettes et fonctionné jusqu'en 1990. Aussi, Plusieurs sociétés privées dont CRUSTAFRIQUE ont utilisé des crevettiers. Cependant aucun chalutier n'est en service actuellement et les exportations sont actuellement négligeables.

I-2.4. 2. Activités du secteur secondaire

La zone du littoral (région maritime) concentre plus de 90% des unités industrielles de transformation du pays (industrie extractive, manufacturière..). Ceci s'explique par ses atouts géographiques. En effet, par son ouverture sur l'océan avec le port en eau profonde de Lomé, elle constitue une porte de communication avec le reste du monde.

I-3. Conclusion

La zone côtière du Togo avec ses nombreux atouts aussi bien sur le plan climatique, son ouverture sur l'océan et la richesse de son sous - sol constitue le principal pôle de développement du pays. Elle connaît les densités les plus élevées (163 hbts/km^2 contre une moyenne nationale de 48 hbts/km^2). Cependant les exploitations minières de la zone sont à l'origine de bouleversements écologiques du littoral togolais avec l'apparition de grands problèmes environnementaux notamment la pollution de l'air, des sols, du réseau hydrographique et de l'océan atlantique malgré les textes réglementaires pris pour la protection de l'environnement.

PARTIE II :

**EVALUATION DES IMPACTS SOCIO
ENVIRONNEMENTAUX DES EFFLUENTS DE PHOSPHATES
SUR LES RESSOURCES NATURELLES ET LES
ECOSYSTEMES MARINS ET COTIER DANS LA
ZONE AFFECTEE**

II-1. Introduction

L'histoire des phosphates au Togo a débuté au cours des années 50. Après des analyses et tests concluants sur la rentabilité des réserves découvertes, la Société Minière du Bénin (SMB) fut créée en 1954. L'opération de traitement s'effectue donc dans la localité de Kpémé, située sur la côte, à une trentaine de kilomètres à l'Est de Lomé la capitale. Elle se déroule en deux phases : le traitement humide et le traitement sec. D'un côté comme de l'autre, ces opérations présentent un danger d'une part pour l'environnement marin et d'autre part pour l'environnement aérien, du fait du dégagement de poussières qui sont inhalées par les populations riveraines. De plus, ces produits rejetés contiennent des substances dangereuses pour la santé humaine. Dans cette partie nous évoquerons les sources de pollutions marines et les impacts sociaux environnementaux liés au traitement minier des phosphates par l'usine de Kpémé.

II-2. Détermination de la nature et des volumes de déchets associés à l'exploitation des mines de phosphates

II.2.1. Exploitation du gisement

II-2.1.1. Extraction du minerai brut

L'extraction du minerai brut est réalisée simultanément sur les sites de Hahotoé ouvert en 1959 et de Kpogamé ouvert en 1973. Elle s'effectue à ciel ouvert après enlèvement d'une couche épaisse de terres mortes composées de terre de barre, et de sable argileux et dont l'épaisseur varie de 7 à 45 mètres [YOUNG, 1975].

II-2.1.2. Traitement du minerai brut

Le matériau venant de la carrière extractive est composé de deux parties à savoir la matière phosphatée qui est la partie ayant une valeur marchande et la matière non essentielle ou déchets (gangue). Cette gangue est constituée en grande partie d'argiles. Le traitement a pour objectif de séparer la matière phosphatée des impuretés. Ce traitement se fait purement par des procédés hydromécaniques en plusieurs étapes aboutissant à l'élimination des déchets ou refus aux cribles qui n'ont aucune valeur marchande. Ces déchets représentent en moyenne 2% en poids sec du tout venant et servent pour le remblayage des ancienne carrière de sable et pour recharger les pistes de roulage dans le périmètre industriel [ABENTE, 2001].

II-2.1.2.1. Traitement humide

Après l'élimination des refus aux cribles, le phosphate brut est transformé dans un premier temps en pulpe par addition d'eau de mer, dans de gros cylindres (débourbeurs) animé de mouvements rotatifs. Cette opération permet d'éliminer les grosses particules et les particules fines non essentielles constituées d'argiles. Les boues d'argiles phosphatées rejetées en mer représentent 90% des déchets du site industriel de Kpémé.

Le produit débarrassé de la fraction argileuse est ensuite introduit dans uneessoreuse où il est centrifugé pour éliminer l'eau de mer et rincer à l'eau douce pour éliminer le chlore venant de l'eau de mer.

II-2.1.2.2. Traitement à sec

Le phosphate essoré est séché dans des fours portés à 800°C. Le matériau passe ensuite dans une bande magnétique pour éliminer les traces d'oxydes métalliques.

Le processus de lavage décrit plus haut n'utilise que l'eau de mer. Les eaux de ce lavage sont prélevées à 400 m de la côte à l'aide de trois pompes de marque BERERON de 1200m³/h chacune (ce qui correspond à un débit global d'alimentation des cinq chaînes à 3600 m³/h avec une perte de charge de 20%) et les eaux douces de rinçage sont pompées dans la nappe phréatique. Les besoins en eau sont évalués à 19'500'000 m³ par an [ABENTE, 2001].

II-2.2. Les boues phosphatées de lavage

Elles sont constituées d'argile phosphatée mélangée à l'eau de mer. Leur volume est de 3000 m³/h avec une concentration moyenne de 85g/l soit 6'120 tonnes de solides quotidiennement rejetés dans la mer (ou encore 2'233'800 tonnes/an). La constitution minéralogique de ces boues est pour l'essentiel de l'argile (Kaolinite ; goéthite ; l'apatite ; la glauconite) et la silice. Les boues phosphatées résultant des différents traitements sont déversées directement dans la mer par deux canaux :

- le premier est souterrain allant de l'usine de Kpémé et débouchant sur la mer au niveau du village de Goumou-Kopé (figure 3) ;
- le second est à ciel ouvert partant de l'usine et déversant son contenu à quelques mètres du wharf de chargement du minerai marchand.



Figure 3 : Déversement des boues de traitement de phosphates dans la mer à Goumou-Kopé

Source : <http://www.crde.umontreal.ca/auf/thiombiano.pdf>

II-2.3. Composition chimique des boues de phosphates de l'usine de Kpémé

La détermination de la composition chimique du minerai de phosphates du Togo a fait l'objet de plusieurs travaux dès la découverte du gisement.

D'après une étude réalisée en 2003, l'analyse chimique complète d'un échantillon annuel de ces boues a donné les résultats ci-après [BODJOK, 2003].

Tableau 3 : Teneurs de quelques éléments chimiques dans les boues (en mg par litre de boue)

Eléments chimiques	P	Fe	Al
concentrations	7231,48	4676,14	5409,30

Sources : BODJOK, 2003

Les analyses du tableau 3 et du tableau 4 ci-dessous montrent que ces boues (Schlamm) contiennent 13,90% d'orthophosphate; 61 ppm en Uranium, 4676mg/l de Fer et 28 ppm en Cd (métal lourd). Ces teneurs en métaux lourds sont relativement élevées par rapport aux normes de l'OMS.

Tableau 4 : Teneurs de quelques éléments chimiques dans les boues

Formule chimique	Nom	concentration
P ₂ O ₅	Orthophosphate	13,90 %
SiO ₂	Silice	19,50 %
Al ₂ O ₃	Alumine	10,70 %
CaO	Oxyde de calcium	18,50 %
Cl	Chlore	11.30 %
Fe ₂ O ₃	Fer total exprimé en Fe ₂ O ₃	4.76 %
F	Fluor	1.35 %
H ₂ O ⁺	Eau de cristallisation	7.4 %
H ₂ O ⁻	Humidité à 105°C	2.31 %
CO ₂	Dioxyde de Carbone	0.57 %
K ₂ O	Oxyde de Potassium	0.58 %
MgO	Oxyde de Magnésium	1.81 %
MnO	Oxyde de Manganèse	0.02 %
Na ₂ O	Oxyde de Sodium	8.4 %
S	Soufre Total en SO ₂	0.45 %
TiO ₂	Oxyde de Titane	0.58 %
U	Uranium	61mg/kg
Cd	Cadmium	28mg/kg

Sources : BODJOK, 2003

II-3. Les paramètres socio environnementaux et leurs impacts sur la zone d'étude

II-3.1. Délimitation de la zone affectée

Comme nous l'avons présenté dans la première partie de notre étude, l'activité industrielle liée aux phosphates est concentrée sur les deux sites situés dans la région sud-est du Togo. Il s'agit de :

- la zone d'extraction du minerai brut (Hahotoé et ses environs),
- la zone du traitement du minerai brut (site industriel de Kpémé).

Les résultats des différentes études ont montré que la zone la plus affectée par cette activité industrielle se situe dans un rayon de vingt kilomètres autour de Kpémé soit toute la zone concernée par l'exploitation et le traitement du minerai.

Partant de la situation géographique du site de traitement (à moins de dix kilomètres de la frontière du Bénin), on peut dire que les effets de dégradation de l'environnement s'étendent jusqu'à la partie sud-ouest du Bénin avec point de mire la ville de Grand Popo et les villages situés à l'ouest de cette ville ainsi que leur côte [GNANDI, 1998].

II-3.2. Impacts sur les ressources naturelles

La pollution est une modification défavorable du milieu naturel, qui apparaît comme une conséquence de l'activité humaine à travers les effets directs ou indirects. C'est ainsi que cette modification altère les critères de répartition des flux d'énergie, des niveaux de radiation, de la constitution physicochimique du milieu naturel et de l'abondance des espèces vivantes. Elle affecte également l'homme directement ou indirectement à travers les ressources agricoles ou autres produits biologiques.

L'impact environnemental des rejets des boues de phosphates a été mis en évidence à travers des études scientifiques récentes dont certaines ont été validées par des publications dans les revues spécialisées. Les résultats de ces études ont révélé des atteintes graves à :

- l'écosystème marin par d'une part, la contamination des ressources halieutiques par le cadmium et le fluor et d'autre part, la diminution constatée par les pêcheurs, des ressources halieutiques dans les eaux de la côte togolaise.
- la santé des populations mise en évidence par le développement de la fluorose dentaire dans la zone affectée.

II-3.1.1. Impacts sur les ressources en eau

II-3.1.1.1. Impact sur les ressources en eau souterraines

Le pompage dans les eaux souterraines ne cesse d'augmenter pour satisfaire la demande toujours croissante de l'usine. Les besoins de l'usine en eau douce sont évalués à 8760 m³/jour soit 3'197'400 m³ par an, ce qui représente 16,40% des besoins en eau de l'usine.

Cela fait baisser rapidement le niveau des eaux souterraines dans la nappe du continentale. La zone du littoral connaît depuis quelque temps la dégradation de la qualité des eaux souterraines due à l'intrusion saline occasionnée par un pompage excessif pour satisfaire les besoins de lavage des phosphates.

II-3.1.1.2. Modification des paramètres sur les eaux douces

S'agissant de l'eau douce ; excepté Kpomé, Apéyémé, les populations de Akadjamé, de Agomé, de séledjimé souffrent cruellement d'eau potable. Les eaux de puits sont contaminées par les poussières provenant du dépôt minier de l'usine et sont donc impropres à la consommation. L'eau de puits a pris une couleur blanchâtre voir laiteuse [Rapport final du projet GP/RAF/04/004].

II-3.1.1.3. Impact sur les paramètres physico-chimiques de l'eau de mer

II-3.1.1.3.1. Pollution optique de l'eau de mer

Ce qui frappe le visiteur qui traverse la façade atlantique du territoire togolais est le changement progressif de la couleur des eaux de mer au fur et à mesure qu'on s'approche de l'usine de traitement des phosphates à Kpémé. On passe de la couleur bleue (couleur normale) à une couleur gris-foncée sur les lieux de rejet des boues phosphatée (Figures 3 et 4).

La marée jaune qui en résulte du déversement des boues de lavage en mer a une largeur de 100 à 200 mètres et est observable à plus de 12 km surtout du côté Est de Kpémé à Aného. Elle a des impacts défavorables probables sur la faune aquatique (maritime et lagunaire) et est observable même dans la lagune au niveau de l'embouchure à Aného. Les villages bordant le littoral et qui abritent essentiellement des pêcheurs en sont victimes : il s'agit de Kpémé, Goumoukopé, Assoukondji, Séwatsrikopé, Aného, etc. [www.chem.unep.ch/Pb_and_Cd/SR/GOV/Subm2007_TGO.pdf].

En effet, malgré l'immensité de la mer, lieu de rejet des boues et du dépôt d'une partie des poussières émises lors du traitement et l'importance de la dilution dans ce milieu, le paramètre couleur est une illustration visible et évidente des conséquences des rejets de l'activité industrielle des phosphates.



Figure 4: Déversement des boues de traitement de phosphates à quelques mètres du Wharf de chargement du minerai marchand.

Source : <http://www.crde.umontreal.ca/auf/thiombiano.pdf>

II-3.1.1.2.2. Impact sur les caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer

Les paramètres mesurés sur deux échantillons d'eaux de mer (prélevées respectivement à 400 m de la côte et de l'eau de mer sur la côte au lieu du rejet à Goumoukopé. tableau 5) montrent que l'eau de mer normale qui est basique ($PH = 8,7$), dévient légèrement acide sous l'action de la pollution ($PH = 6,5$), la turbidité passe de 14,2 NTU pour l'eau non polluée à 60.10^3 NTU pour la polluée. La densité, le taux de solide et la concentration ont subi également des modifications donnant ainsi un aspect trouble à l'eau dans la zone affectée [BODJOK, 2003].

Tableau 5 : Comparaison de quelques paramètres de l'eau de mer entrant (eau de mer à 400 m) et de l'eau de mer sur la côte au lieu du rejet à Goumoukopé).

Paramètres étudiés	Eau entrant (prélevée à 400 m de la côte)	Eau de mer prélevée aux abords de la côte à Kpémé
p ^H	8,7	6,5
Conductivité (en us.cm ⁻¹)	5. 10 ³	5. 10 ³
Turbidité (NTU)	14 ,2	60. 10 ³
Densité par rapport à l'eau	1,01	1,06
Taux de solide (%)	-	9
Concentration en boue (g/l)	-	95,4

Sources : mémoire BODJOK, 2003

II-2.2. Impacts sur la pêche :

Mais en plus des contaminations, les enquêtes réalisées au près de la population côtière dont l'une des activités principales de rente est la pêche, ont révélé que les eaux des côtes togolaises sont de plus en plus pauvres en ressources halieutiques. Cette rareté peut être liée à cette pollution qui rend les eaux très chargées et donc pauvres en oxygène indispensable à la survie des espèces animales. Une autre étude a montré la migration des bandes de poissons vers le large de l'océan ce qui a une conséquence néfaste sur la pêche artisanale [ACOUETE Kovi, 2000-2001].

II-3.3. Impacts sur la santé

Les conséquences de la pollution chimique sur les espèces animales vivant dans les eaux affectées par l'activité industrielle des phosphates ont été évaluées. Cette évaluation a été réalisée à travers une étude de la bioaccumulation des éléments chimiques nocifs comme le fluor et le cadmium. Les résultats de ces études ont montré que les différentes espèces de poissons, des crevettes et des langoustes pêchées dans cette zone sont contaminées par les métaux lourds tels que le Cadmium, le fluor, le mercure etc. Cette situation recèle de sérieux risques de contamination de la population en raison du fait que celle-ci continue toujours par consommer les rares ressources halieutiques encore présentes dans ces plans d'eau (lac-Togo). Ce qui porte atteinte à la santé du consommateur et à la valeur marchande des produits de pêche sur le marché international. [BEBOU, 2003].

Tableau 6 : Concentrations mesurées du Cadmium (Cd) et du Plomb (Pb) dans quelques espèces de poissons et crustacées pêchés dans la zone affectée

Espèces animales	Concentration (en ppm)	
	Pb	Cd
Sardinelle (<i>Sardinelle aurita spp</i>)	1,00	6,01
Capitaine-plexiglas (<i>Galeoides decadactylus</i>)	1,68	8,49
Tourlourou des lagunes (<i>Gardisoma armatum</i>)	0,16	8,40
Crevette rose (<i>Penaeus duorarum</i>)	0,24	10,40

Source : BEBOU, 2003

Ce tableau ci-dessus fait remarqué la très forte bioaccumulation du cadmium et donc la forte contamination de ces poissons par ce métal toxique. Au regard des normes de l'OMS, ces poissons sont tous impropres à la consommation. Or, les échantillons analysés ont été prélevés sur des produits prêts à être consommés, d'où la forte probabilité de la bioaccumulation par voie orale du cadmium par les populations.

II – 4. Conclusion

Tout déversement dans l'environnement doit se faire de manière à préserver le milieu naturel et la santé des populations. Malheureusement l'usine de phosphate de Kpémé avec son potentiel débit de pollution fait exception à la règle. Plus de 6'120 tonnes de solides sont quotidiennement rejetés dans la mer au yeux de tous avec des conséquences sanitaire et environnementale d'une part et les tensions politiques avec les pays voisins d'autres part. Les préoccupations des autorités politiques à ce sujet doivent passer à l'action plutôt que de simples discours de prise de conscience afin limiter cette pollution dans la perspective d'un développement durable.

PARTIE III

PROPOSITION DES APPROCHES INTEGREES DE REDUCTION DE LA POLLUTION

III.1. Introduction

Les résultats des parties précédentes permettent de conclure qu'il est impérieux de réduire voire d'éliminer les rejets des effluents de l'exploitation des mines de phosphate dans la mer pour une gestion durable de l'écosystème marin et un développement socioéconomique des populations riveraines du littoral. Nous discuterons dans ce chapitre la faisabilité technique permettant d'aboutir à une solution durable.

III- 2. Approche critique sur les propositions technologiques envisagées par le Projet Grand Ecosystème Marin du Courant de Guinée (GEM - CG)

III-2. 1. Analyse des options proposées

Le projet GEM-CG avait proposé deux options en vue de l'élimination des rejets des boues de phosphate dans la mer. Dans ce paragraphe nous allons examiner l'impact de chacune de ces deux options sur les ressources en eau souterraine de la région.

Option 1 : Déplacement de la chaîne de lavage de l'usine à la mine.

Cette option envisage le traitement du minerai brut sur place (sur le lieu d'extraction du minerai). Cette option nécessite un coût économique énorme mais pourrait atteindre l'objectif poursuivi (élimination de la pollution de l'eau de mer). L'usage des eaux usées en agriculture envisagée par cette option pourrait permettre l'irrigation de plusieurs périmètres et par conséquent un accroissement de la productivité agricole de la région.

Mais en terme de préservation des ressources naturelles, cette option aura des impacts significatifs sur les ressources en eau souterraine si l'usine devrait tourner au-delà des besoins actuels estimés à 53400m³/jour soit 19'491'000 m³/an.

Avec une baisse de la pluviométrie constatée ces dernières années dues à la variabilité climatique, le renouvellement des nappes souterraines ne suivent pas le même rythme que leur exploitation. Il est donc indispensable qu'une attention particulière soit accordée à la gestion des ressources en eau souterraine dans le souci d'un développement durable.

Option 2 : construction de bassins de décantation sur le site actuel (site de Kpémé)

Cette option propose le maintien de l'ensemble de production sur le site initial et abandon de l'usage de l'eau de mer pour le traitement du minerai avec possibilité de valorisation des eaux usées pour le maraîchage. Cette option offrira un atout important pour les riverains dont l'activité principale est le maraîchage. Du point de vue de la vulnérabilité de la nappe

souterraine de la zone, menacée depuis quelques années par l'intrusion saline, cette option telle qu'envisagée n'a pas un effet durable sur les ressources en eau souterraines vu les besoins en eau de l'usine.

III-2.2. Proposition d'une approche intégrée pour l'élimination de la pollution de la mer

Pour une résolution du problème de la pollution marine nous proposons le maintien de la production sur le site actuel comme le propose l'option 2, mais en utilisant toujours l'eau de la mer pour le lavage des surverses primaires du minerai. Pour ce faire nous avons proposé donc une technologie adaptée et efficace pour accompagner cette option afin de minimiser la pollution du milieu marin.

La mise en place d'un système de décantation de ces boues de lavage (schlamms) sur la base des résultats des études de sédimentation effectuée par G. Tchagbedji et al. en 2005 pourra nous permettre d'atteindre l'objectif poursuivi.

III.2.2.1. Conception et dimensionnement d'un système de lagunage

III.2.2.1.1 Conception

Du point de vue de la nature de la charge polluante (absence de matières organiques), le traitement envisagé ici consiste à une simple sédimentation des particules solides. Une injection de coagulant dans les boues est nécessaire afin d'accélérer la sédimentation. L'équipement prévu dans ce cadre est la mise en place d'un bassin de sédimentation. Il est utilisé pour retenir les matières en suspension.

III.2.2.1.2. Dimensionnement

Dans le cadre de cette étude, nous allons dimensionner uniquement que les équipements de sédimentation des particules car les eaux usées étudiées ici présentent un caractère minéral. Compte tenu du volume important des boues rejetées journalièrement ($72'000 \text{ m}^3/\text{jour}$), nous avons proposé un bassin de décantation par chaîne de traitement.

Le bassin de sédimentation et d'épaississement envisagé pour une chaîne de traitement comporte 2 compartiments correspondant à 2 sections circulaires dont les dimensions sont déterminées à partir des données disponibles :

Volume journalier des boues par chaîne = $14'400 \text{ m}^3$ soit $0,166 \text{ m}^3/\text{s}$

Les résultats obtenus des études réalisées au laboratoire par K. Gnandi, G. Tchangbedji et al en 2005 sur les tests de sédimentation des boues de lavage (surverse primaire) avec un flocculant de type AN913MPM de concentration 19,0g/tonne de pulpe montrent que :

- En 20 minutes, la vitesse de sédimentation est stabilisée avec un volume d'eau clarifié de 64,5% et une teneur résiduelle de 17,03% de matière en suspension. Avec une vitesse initiale de 23,04 m/h, la vitesse de sédimentation chute de 0,61 m/h après 20mn et temps à s'annuler après 3h de temps avec 0,08m/h.

a) *Démarche de dimensionnement d'un Décanteur Primaire Circulaire (cours Assainissement J. WETHE)*

Données de base et hypothèses simplificatrices :

Débit de pointe (Q_{pm}) = 600m³/h

Vitesse de décantation (V_d) = 10 m/h

Temps de rétention minimal (T_{rmini}) = 0,5 heures

Démarche de calcul :

.Surface du clarificateur (S_{cl} , en m²) : $S_{cl} = Q_{pm}/V_d$.

.Volume du clarificateur (V_{cl} , en m³) : $V_{cl} = Q_{pm} \times t_{mini}$.

. Diamètre (D_{cl} , en m) et Hauteur du clarificateur (H_{cl} , en m).

. Débit de lame déversante (Q_{mld} , en m³/m/h) : $Q_{mld} = Q_{pm} / (3,14 \times D_{cl})$

b) *Dimension des bassins :*

Les tableaux ci-dessus résument l'ensemble des paramètres de dimensionnement des différentes sections du bassin.

➤ **Tableau 7 : Dimensions de la 1^{ère} section**

Clarificateur1 (section 1)	
Diamètre (m)	8,75
Surface (m ²)	60
Volume (m ³)	300
Profondeur (en mètre)	5
Débit de la lame déversante (m ³ /m/h)	21,82

➤ Dimensions de la 2^{ème} section

Dans l'hypothèse que 64 % de la charge est retenue au niveau de la section 1 après 20mn, le volume de la charge entrant dans la section 2 (V_2) est égal à 36% de V_1 soit $V_2 = 5'184 \text{ m}^3$. Ce volume est recueilli au niveau du décanteur 2 avec une vitesse de translation minimale de 0,005m/s. Cette vitesse est calculée par la relation $V = 2R/Tr$

Données de base et hypothèses simplificatrices :

Débit de pointe (Qpm) = $109,1 \text{ m}^3/\text{h}$

Vitesse de décantation (V_d) = 3 m/h

Temps de rétention minimal (Tr_{mini}) = 0,75 heures

Le tableau 8 ci-dessous donne les différentes dimensions de la section 2

Tableau 8 : Dimensions de la 2^{ème} section

Clarificateur 2 (section 1)	
Diamètre (m)	6,8
Surface (m^2)	36,4
Volume (m^3)	82
Profondeur (en mètre)	2,25
Débit de la lame déversante ($\text{m}^3/\text{m/h}$)	5,1

➤ Dimensionnement du clarificateur final :

Après les décanteurs secondaires, nous proposons que les effluents issues des décanteurs des des cinq chaînes se déversent dans une cuvette commune de stabilisation de la sédimentation avant le rejet en mer. Cette cuvette aura un volume de 26024 m^3

Données de base et hypothèses simplificatrices :

Débit de pointe (Qpm) = $11,5 \text{ m}^3/\text{h}$

Vitesse de décantation (V_d) = $0,6 \text{ m/h}$

Temps de rétention minimal (Tr_{mini}) = 1 heure 30mn

Tableau 9 : Dimensions du clarificateur final

Clarificateur3 (cuvette)	
Diamètre (m)	11,1
Surface (m ²)	95,9
Volume (m ³)	86,25
Profondeur (en mètre)	0,896
Débit de la lame déversante (m ³ /m/h)	3,3

Les eaux issues de cette dernière cuvette de décantations sont conduites de façon gravitaire à la mer par des canaux.

III-2.2.2. Valorisation de l'eau décantée

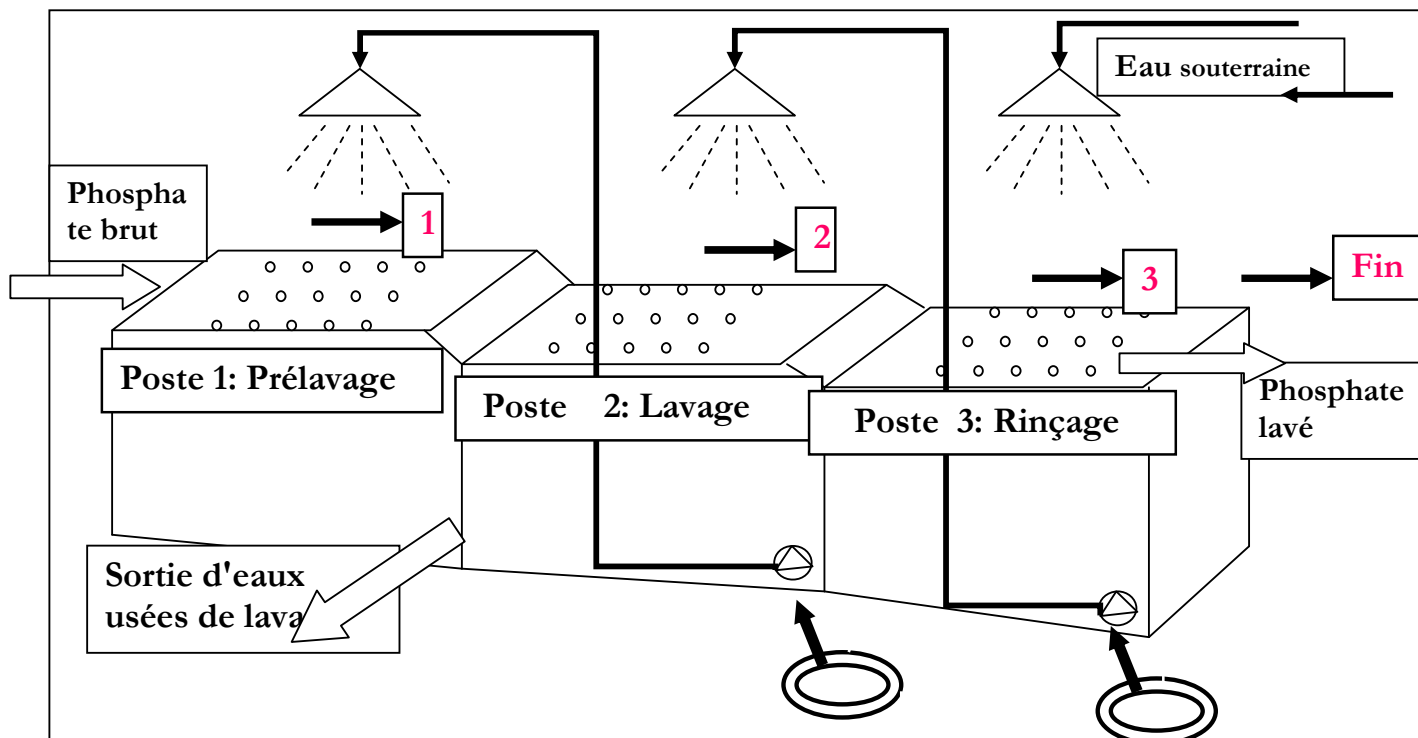
Pour minimiser l'effluent de lavage de phosphate rejeté en mer et faire une économie de l'eau douce (eau souterraine), nous proposons une réutilisation d'une partie de ces eaux pour le lavage. Ainsi nous avons distingué 3 postes de lavage par chaîne :

- Poste1 : le prélavage : qui utilise l'eau décantée du lavage précédent du poste 2 en plus de l'eau de mer pour la transformation du minerais en pulpe. Ceci permet de récupérer certaines particules de phosphates souvent rejetés en mer et de réduire la teneur en chlore du phosphate lavé ;
- Poste2 : le lavage : le lavage est assuré par l'eau du rinçage du poste3 précédent. Ceci permet d'éliminer d'avantage une partie du chlore de l'eau de mer avant le rinçage ;
- Poste3 : le rinçage : il se fait avec une quantité réduite de l'eau douce car la teneur en chlore est réduite lors du lavage de l'étape2 par une eau moins chlorée. Ce qui permet une économie et une gestion rationnelle de la réserve en eau douce. Le schéma ci-dessus résume les étapes de cette réutilisation de l'eau sur une chaîne.

Aussi, l'eau décantée issue de la cuvette, peut être utilisée par les horticulteurs pour l'entretien de leurs plans ou pour le maraîchage des légumes qui ne concentrent pas les métaux lourds.

Economie de l'eau souterraine

Réutilisation de l'eau décantée pour le lavage des postes précédents



III.3. Recommandation

Dans le but de préserver le milieu marin contre la pollution des activités de l'usine de Kpémé nous avons suggéré quelques recommandations à l'endroit des autorités de l'usine et les autorités administratives en charge de l'environnement :

- mettre en place un système de contrôle de la pollution en collaboration avec les autorités des pays voisins concernés par cette pollution en déterminant des valeurs guide de pollution à ne pas dépasser ;
- mettre en place une unité environnementale au sein de la Société chargée d'élaboration et de la mise en œuvre d'une veille réglementaire et la doter des moyens et d'un pouvoir de décision ;
- élaborer et appliquer les textes du principe pollueur payeur ;
- s'engager dans la recherche de moyens de désaler l'eau de mer pour satisfaire les besoins en eau de l'usine et abandonner l'eau souterraine ;
- peaufiner les études de mise en place et financer le projet de construction de bassins de décantation pour mettre fin à la pollution marine.

Conclusion générale

L'usine d'exploitation des mines de phosphate de Kpémé dispose de cinq lignes de traitement aux caractéristiques identiques qui dans les conditions optimales peuvent produire 3 à 3,5 millions de tonnes de produit marchand et 26'280'000 m³ de boue par an soit 72 000 m³ de boues par jour. Ces boues sont déversées directement dans la mer par deux canaux. L'analyse chimique de ces boues a révélé la présence d'éléments toxiques tels que le Cadmium (Cd), le Fluor (F), le plomb (Pb), Nickel (Ni) etc. Ce qui n'est pas sans risque sur l'écosystème marin et côtier de la zone affectée. Les informations recueillies auprès de pêcheurs révèlent une détérioration des prises de poissons dans les eaux côtières. L'analyse des études réalisées sur ces rejets démontre qu'il est possible de réduire et même d'éliminer les rejets de boue en mer. Une analyse critique des propositions issue du projet GCLME sous l'angle d'une gestion durable des ressources en eau nous a permis de proposer une résolution de la pollution par un système de décantation des boues avant le rejet en mer tout en restant sur le site actuel et en utilisant l'eau de mer dans sa proportion actuelle. Ce système permettra de rétablir



l'écosystème marin et par conséquent les activités de pêche et de loisir dans pour les populations environnantes du Togo et des pays voisins.

Références bibliographiques

- 1- ACOUETHEY Covi, « La lutte contre les pollutions transfrontières : cas du Togo et du Bénin », Mémoire de DEA en droit et politique de l'environnement, Université de Lomé ,Togo, 2000-2001, p.11 Cité par NORTH SOUTH ENVIRONMENT dans le Rapport final du projet GP/RAF/04/004
- 2 - Communication. nationale initiale du Togo, Convention cadre des nations unies sur les changements climatiques, Ministère de l'Environnement et des ressources forestières (Togo), Novembre 2001
- 3 - "Extraction de quelques éléments métalliques dans les phosphates naturels (apatites) par granulométrie et par démagnétisation : Cas des phosphates de / lahotoé (logo)" G. Tchangbcdji G.Djcteli K. A. Kili, O. A. Tchassanti, J. recherche scientifique de l'U B (T°go),, 4 (1), 2000.
- 4 - K. ABBE, Evaluation des conséquences du rejet des déchets phosphates dans la mer : Etude de la bioaccumulation de quelques éléments chimiques toxiques par les espèces animales marines. Cas du cadmium et du plomb, Mémoire d'Ingénieur de travaux en gestion de l'eau et de l'environnement, Université de Lomé (Togo), 2004 Cité par NORTH SOUTH ENVIRONMENT dans le Rapport final du projet GP/RAF/04/004.
- 5 - K. BODJOK, "Etude chimique de l'impact sur l'environnement du rejet des effluents du traitement des phosphates de Habotoe-Kpogame (Fogo) dans la mer, Mémoire d'Ingénieur de travaux en gestion de l'eau et de l'environnement, Université de Lomé (Togo), 2003. Cité par NORTH SOUTH ENVIRONMENT dans le Rapport final du projet GP/RAF/04/004
- 6 - K. GNANDI, "Cadmium et autres polluants inorganiques dans les sols et les sédiments de la région côtière du TOGO : Une étude géochimiques", Thèse, Université Friedrich- Alexander d'Erlangen-Nuremberg, République Fédérale d'Allemagne (1988). Cité par NORTH SOUTH ENVIRONMENT dans le Rapport final du projet GP/RAF/04/004
- 7 - Le littoral du Togo : données et gestion intégrée. www.coastgis.org/01pdfs/johnson.pdf
- 8-Ministère de l'Environnement et des Ressources Forestières, République Togolaise. Pollution marine par le rejet des boues de Phosphates. www.chem.unep.ch/Pb_and_Cd/SR/GOV/Subm2007_TGO.pdf

9 - M. ABENTE, "Contribution à l'étude de l'efficacité du traitement par noie humide des phosphates naturels : Cas des phosphates togolais", Mémoire d'Ingénieur de travaux en gestion de l'eau et de l'environnement, Université du Bénin (Togo), 2001. Cité par NORTH SOUTH ENVIRONMENT dans le Rapport final du projet GP/RAF/04/004

10 - OURO. Salim, Traitement des boues phosphatées par la méthode de coagulation floculation, Mémoire d'Ingénieur de Travaux en gestion de l'eau et de l'environnement, Université Lomé, Togo, 2004 Cité par NORTH SOUTH ENVIRONMENT dans le Rapport final du projet GP/RAF/04/004

11 - Rapport final du projet GP/RAF/04/004 « réduction de des rejets des mines de phosphates du Togo dans le Grand Ecosystème Marin du Courant de Guinée (GEM-CG), 2007, publié par NORTH SOUTH ENVIRONMENT. E-mail : northsouthenvironment@ub.tg

12- THOMBIANO Taladidia, « Analyse de l'impact environnemental sur l'eau de mer de l'Office Togolais des Phosphates (OTP) à l'aide de l'approche socio-économique », p. 10, in <http://www.crde.umontreal.ca/auf/thiombiano.pdf>

13- Sources : Site officiel de l'OTP, <http://www.otp.tg/index1.html>